



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0047158
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 07월 11일
Date of Application JUL 11, 2003

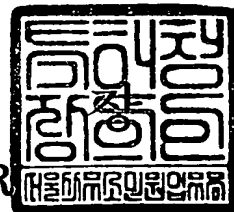
출원인 : 현대자동차주식회사
Applicant(s) HYUNDAI MOTOR COMPANY



2003 년 10 월 21 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2003.07.11
【발명의 명칭】	연료전지 시스템
【발명의 영문명칭】	FUEL CELL SYSTEM
【출원인】	
【명칭】	현대자동차주식회사
【출원인코드】	1-1998-004567-5
【대리인】	
【명칭】	유미특허법인
【대리인코드】	9-2001-100003-6
【지정된변리사】	오원석
【포괄위임등록번호】	2001-042007-3
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이종현
【성명의 영문표기】	LEE, JONG HYUN
【주민등록번호】	701005-1090612
【우편번호】	463-500
【주소】	경기도 성남시 분당구 구미동 211 무지개 대림아파트 109동 1504호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 유미특허법인 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	9 면 9,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	13 항 525,000 원
【합계】	563,000 원

1020030047158

출력 일자: 2003/10/23

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명의 실시예에 의한 연료전지 시스템은, 연료전지 스택과, 상기 연료전지 스택으로 연료가스를 공급하는 연료가스 공급유닛과, 상기 연료전지 스택으로 산화제가스를 공급하는 산화제가스 공급유닛과, 냉각제를 순환시켜 상기 연료전지 스택을 냉각시킬 수 있도록 구성되는 연료전지 냉각유닛과, 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 수분을 함유한 잔여 연료가스와 상기 연료전지 스택을 통과한 냉각제를 이용하여 상기 연료가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스를 가습하도록 구성되는 연료가스 가습기와, 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 수분을 함유한 잔여 산화제가스와 상기 연료전지 스택을 통과한 냉각제를 이용하여 상기 산화제가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스를 가습하도록 구성되는 산화제가스 가습기와, 상기 연료가스 공급유닛, 상기 산화제가스 공급유닛, 및 상기 연료전지 냉각유닛의 작동을 제어하는 제어유닛을 포함한다.

【대표도】

도 1

【색인어】

연료전지, 수소, 산소, 가습기, 분리판, 가습막, 초음파

【명세서】**【발명의 명칭】**

연료전지 시스템{FUEL CELL SYSTEM}

【도면의 간단한 설명】

도1은 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 연료전지 시스템을 개략적으로 보여주는 블록 다이어그램이다.

도2는 도1의 연료전지 시스템의 연료가스 가습기의 내부구조를 간략히 보여주는 도면이다.

도3은 도1의 연료전지 시스템의 산화제가스 가습기의 내부구조를 간략히 보여주는 도면이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <4> 본 발명은 연료전지 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 연료전지 스택으로부터 배출되는 잔여 연료가스와 잔여 산화제가스에 함유된 수분을 이용하여 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스와 산화제가스를 가습할 수 있는 연료전지 시스템에 관한 것이다.
- <5> 고분자 전해질형 연료전지(Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC)는 연료(수소)의 화학에너지를 전기에너지로 변환시키는 전지이다.
- <6> 고분자전해질형 연료전지는 액체가 아닌 고체 고분자 중합체를 전해질막(membrane, 또는 "이온교환막"이라고도 함)으로 사용한다.

- <7> 전해질막의 양측에는 각각 양극(anode)과 음극(cathode)이 배치되며, 전해질막과 양극 및 음극을 포함하는 어셈블리를 MEA (Membrane and Electrode Assembly)라고 한다.
- <8> 고분자전해질형 연료전지는 통상 그 작동온도가 100℃ 미만이며, 소형전원이나 자동차용 전원으로 많이 사용되고 있다.
- <9> 고분자전해질형 연료전지에서는, 수소가 양극(anode, "연료극"이라고도 함)으로 공급되고 산소(공기)는 음극(cathode, "공기극"이라고도 함)으로 공급된다.
- <10> 양극으로 공급된 수소는 촉매에 의해 수소이온(H^+)과 전자(electron, e^-)로 분해되고, 이 중 수소이온만이 선택적으로 이온교환막(membrane)을 통과하여 음극으로 전달되며, 동시에 전자는 도체인 분리판을 통하여 음극으로 전달된다.
- <11> 음극으로 공급된 수소이온과 전자는 음극으로 공급된 산소와 만나서 물을 생성하는 반응을 일으킨다.
- <12> 이때 일어나는 전자의 흐름으로 전류가 생성되고, 아울러 물 생성 반응에서 열도 부수적으로 발생한다.
- <13> 고분자전해질형 연료전지의 전극반응은 아래와 같으며, 최종적으로 전기, 열, 및 물이 생성된다.
- <14> [양극에서의 반응]
- <15> $2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e^-$
- <16> [음극에서의 반응]
- <17> $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$
- <18> [전체반응]

- <19> $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{전기에너지} + \text{열에너지}$
- <20> 이와 같은 고분자전해질형 연료전지에서, 수소이온의 원활한 이동을 위해서는 그 이동통로인 이온교환막에 수소이온의 이동에 필요한 충분한 수분이 공급되어야 한다.
- <21> 이온교환막에 수분을 공급하는 장치는 통상적으로 가습기(humidifier)라고 불리며, 다양한 종류의 가습기가 개발중이거나 개발되었다.
- <22> 이온교환막에 충분한 가습이 이루어지지 않을 경우, 공급되는 기체들에 의하여 이온교환막 표면에서 수분이 증발하여 이온교환막내의 수분함량이 감소된다. 그 결과, 수소이온의 이동에 필요한 수분이 부족하게 되어 원활한 수소이온의 이동이 이루어지지 않아 전기화학반응의 저해요소로 작용하게 된다.
- <23> 반면, 가습기에서 지나치게 많은 양의 물이 공급되는 경우, 또는 연료전지가 고출력으로 작동하여 그 반응 부산물인 물이 생성량이 과다한 경우에 지나친 가습이 발생하게 된다. 이온교환막에 지나치게 많은 수분이 공급되는 경우에는, 수소이온과 전자와 산소가 반응하게 하는 촉매가 수분에 의해 둘러싸이게 된다. 그 결과, 반응에 필요한 기체가 촉매로 접근하는 것이 어려워져 연료전지의 출력저하가 발생한다.
- <24> 따라서, 고분자전해질형 연료전지가 최적의 성능으로 작동하기 위해서는, 운전조건에 따라서 공급된 수분과 반응생성수를 모두 고려하여 가습의 정도를 조정하는 것이 필요하다.
- <25> 고분자전해질형 연료전지에 사용되는 종래의 막가습기는, 연료전지 스택을 순환하는 연료전지 스택 냉각수를 이용하여 양극으로 공급되는 수소와 음극으로 공급되는 산소를 가습한다.

<26> 이와 같은 일체형 막가습기를 사용함으로써, 연료전지 시스템의 부피를 줄일 수는 있으나, 조립결합이나 외부의 충격이 있을 경우 안전성을 담보하기 곤란하다는 문제점이 있다.

<27> 나아가, 종래의 막가습기를 사용하는 고분자 전해질형 연료전지에서는, 차량 탑재상태에서 탈이온수(De Ionized Water, 통상 "DI water"라고 함)로만 이루어지는 연료전지 스택 냉각수로부터 열원과 가습에 필요한 수분을 공급받아야만 하므로, 빙점이하의 온도에서는 그 작동이 불가능한 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<28> 본 발명은 상기 전술한 바와 같은 문제점들을 해결하기 위해 창출된 것으로서, 연료전지 스택으로부터 배출되는 잔여 수소와 잔여 산소에 함유된 수분을 이용하여 연료전지 스택으로 공급되는 수소와 산소를 가습함으로써 부동액을 냉각제로 사용할 수 있는 연료전지 시스템을 제공함을 그 목적으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<29> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 의한 연료전지 시스템은,

<30> 연료전지 스택;

<31> 상기 연료전지 스택으로 연료가스를 공급하는 연료가스 공급유닛;

<32> 상기 연료전지 스택으로 산화제가스를 공급하는 산화제가스 공급유닛;

<33> 냉각제를 순환시켜 상기 연료전지 스택을 냉각시킬 수 있도록 구성되는 연료전지 냉각유닛;

- <34> 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 수분을 함유한 잔여 연료가스와 상기 연료전지 스택을 통과한 냉각제를 이용하여 상기 연료가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스를 가습하도록 구성되는 연료가스 가습기;
- <35> 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 수분을 함유한 잔여 산화제가스와 상기 연료전지 스택을 통과한 냉각제를 이용하여 상기 산화제가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스를 가습하도록 구성되는 산화제가스 가습기; 및
- <36> 상기 연료가스 공급유닛, 상기 산화제가스 공급유닛, 및 상기 연료전지 냉각유닛의 작동을 제어하는 제어유닛을 포함한다.
- <37> 상기 연료가스 가습기는,
- <38> 그 사이에 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 냉각제가 흐르도록 서로 마주하게 배치되는 한 쌍의 분리판; 및
- <39> 그 일측에 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 잔여 연료가스가 흐르고 그 타측에 상기 연료가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스가 흐르도록 상기 분리판의 외측에 배치되는 가습막을 포함하되,
- <40> 상기 한 쌍의 분리판 사이를 흐르는 냉각제의 열과 상기 잔여 연료가스의 열이 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스로 전달되며,
- <41> 상기 잔여 연료가스에 함유된 수분이 상기 가습막을 통해 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스로 공급되는 것이 바람직하다.
- <42> 상기 산화제가스 가습기는,

- <43> 그 사이에 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 냉각제가 흐르도록 서로 마주하게 배치되는 한 쌍의 분리판; 및
- <44> 그 일측에 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 잔여 산화제가스가 흐르고 그 타측에 상기 산화제가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스가 흐르도록 상기 분리판의 외측에 배치되는 가습막을 포함하되,
- <45> 상기 한 쌍의 분리판 사이를 흐르는 냉각제의 열과 상기 잔여 산화제가스의 열이 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스로 전달되며,
- <46> 상기 잔여 산화제가스에 함유된 수분이 상기 가습막을 통해 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스로 공급되는 것이 바람직하다.
- <47> 상기 연료전지 냉각유닛은,
- <48> 상기 연료전지 스택을 통과한 냉각제가 함유한 열을 외부로 발산시키도록 구성되는 라디에이터;
- <49> 냉각제가 상기 연료전지 스택과 상기 라디에이터를 순환하도록 상기 연료전지 스택과 상기 라디에이터를 연결하는 냉각제 순환통로; 및
- <50> 상기 냉각제 순환통로에 설치되며, 상기 라디에이터에서 냉각된 냉각제가 상기 연료전지 스택으로 공급되고 상기 연료전지 스택으로부터 열을 흡수한 냉각제가 상기 라디에이터로 공급되도록 냉각제를 펌핑하는 냉각제 펌프를 포함하는 것이 바람직하다.
- <51> 상기 연료전지 냉각유닛은,
- <52> 상기 연료전지 스택을 우회하는 냉각제 우회통로와,

- <53> 상기 냉각제 우회통로에 설치되며, 냉각제를 여과하는 냉각제 필터를 더 포함하는 것이 바람직하다.
- <54> 상기 냉각제는 부동액인 것이 바람직하다.
- <55> 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 의한 연료전지 시스템은, 상기 제어유닛에 의해 그 작동이 제어되며, 상기 연료가스 가습기를 통과한 잔여 연료가스와 상기 산화제가스 가습기를 통과한 잔여 산화제가스에 함유된 물을 수집하고, 수집된 물을 이용하여 상기 연료가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스와 상기 산화제가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스를 각각 가습하는 보조 가습장치를 더 포함한다.
- <56> 상기 보조 가습장치는,
- <57> 상기 연료가스 가습기를 통과한 잔여 연료가스와 상기 산화제가스 가습기를 통과한 잔여 산화제가스를 응축시키는 응축기를 포함하는 잔여 배출가스 응축유닛;
- <58> 상기 잔여 연료가스와 상기 잔여 산화제가스의 응축과정에서 발생하는 물을 공급받아 이를 저장하는 물저장유닛;
- <59> 상기 물저장유닛에 저장된 물을 상기 연료가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스로 분사하는 제1분사기; 및
- <60> 상기 물저장유닛에 저장된 물을 상기 산화제가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스로 분사하는 제2분사기를 포함하는 것이 바람직하다.
- <61> 상기 보조 가습장치는, 상기 물저장유닛에 저장되어 있는 물로 열을 공급하는 전기히터를 더 포함하는 것이 바람직하다.

- <62> 상기 전기히터는, 외기 온도가 설정된 온도보다 낮은 경우 설정된 시간동안 작동하도록 제어되는 것이 바람직하다.
- <63> 상기 제1분사기와 상기 제2분사기는 초음파 분사 노즐인 것이 바람직하다.
- <64> 상기 제1분사기와 상기 제2분사기는 연료전지 스택 작동후 설정된 시간동안 작동하도록 제어되는 것이 바람직하다.
- <65> 상기 잔여 배출가스 응축유닛은,
- <66> 상기 연료가스 가습기를 통과한 잔여 연료가스를 응축시키는 제1응축기;
- <67> 상기 산화제가스 가습기를 통과한 잔여 산화제가스를 응축시키는 제2응축기;
- <68> 상기 제1응축기와 상기 제2응축기를 통과한 냉각제를 냉각시키는 라디에이터;
- <69> 냉각제가 상기 제1응축기, 상기 제2응축기, 및 상기 라디에이터를 순환할 수 있도록 상기 제1응축기, 상기 제2응축기, 및 상기 라디에이터를 연결하는 냉각제 순환통로; 및
- <70> 상기 냉각제 순환통로에 설치되며, 상기 라디에이터를 통과한 냉각제가 상기 제1응축기와 상기 제2응축기로 공급되고 상기 제1응축기와 상기 제2응축기를 통과한 냉각제는 상기 라디에이터로 공급되도록 냉각제를 펌핑하는 냉각제 펌프를 포함하는 것이 바람직하다.
- <71> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조로 설명한다.
- <72> 도1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 의한 연료전지 시스템(11)은, 연료전지 스택(fuel cell stack, 13), 연료가스 공급유닛(fuel gas supply unit, 15), 산화제가스 공급유닛(oxidizing gas supply unit, 17), 연료전지 냉각유닛(fuel cell cooling unit, 19), 연료가스 가습기(fuel gas humidifier, 21), 산화제가스 가습기(oxidizing gas humidifier, 23), 및 제어유닛(control unit, 25)을 포함한다.

- <73> 연료전지 스택(13)은 복수의 연료전지 셀(fuel cell)을 포함하며, 본 발명의 실시예에 의한 연료전지 시스템의 연료전지는 고분자 전해질형 연료전지인 것이 바람직하다.
- <74> 연료전지 스택(13)은 연료가스와 산화제가스 사이의 전기화학적 반응을 통하여 전기에너지를 생성한다.
- <75> 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 연료전지 시스템(11)에서, 연료가스는 수소(hydrogen, 이하에서 "연료가스"를 "수소"로 통칭하기로 함)이고 산화제가스는 산소(oxygen, 이하에서 "산화제가스"를 "산소"로 통칭하기로 함)인 것이 바람직하다. 이때, 산소를 포함하는 공기를 연료전지 스택(13)으로 공급함으로써, 산소를 연료전지 스택(13)으로 공급할 수 있다.
- <76> 연료가스 공급유닛(15)은 연료가스 공급라인(27)을 통하여 연료전지 스택(13)으로 수소를 공급하고, 산화제가스 공급유닛(17)은 산화제가스 공급라인 (29)을 통하여 연료전지 스택(13)으로 산소를 공급한다.
- <77> 연료가스 공급유닛(15)은 수소를 저장하는 수소 탱크(hydrogen tank)로 할 수 있고, 산화제가스 공급유닛(17)은 산소(보다 엄밀히 말하면, 산소를 포함하는 공기)를 연료전지 스택(13)으로 공급할 수 있는 에어 블로워(air blower)로 할 수 있다.
- <78> 연료전지 스택(13)으로 공급된 수소와 산소는 전기화학반응을 하게 되고, 그 결과 전기에너지가 생성된다.
- <79> 연료전지 스택(13)으로 공급된 수소와 산소 중 일부는 전기화학반응에 소모되지 않고 잔류하게 되며, 이러한 잔류 수소와 잔류 산소는 잔류 연료가스 배출라인(31)과 잔류 산화제가스 배출라인(33)을 통해서 연료전지 스택(13)으로부터 각각 배출된다.

- <80> 연료전지 냉각유닛(19)은 연료전지 스택(13)에서 발생하는 열을 외부로 방출함으로써, 연료전지 스택(13)의 온도가 지나치게 상승하는 것을 방지하는 역할을 한다.
- <81> 연료전지 냉각유닛(19)은 라디에이터(35, radiator)를 포함한다. 라디에이터 (35) 이외에도 임의의 열교환기가 사용될 수 있음은 물론이다.
- <82> 냉각제 순환라인(37)을 통하여, 라디에이터(35)의 출구는 연료전지 스택(13)의 입구에 연결되고 연료전지 스택(13)의 출구는 라디에이터(35)의 입구에 연결된다.
- <83> 한편, 냉각제 순환라인(37)에는 냉각제 펌프(39, coolant pump)에 설치된다.
- <84> 냉각제 펌프(39)는 냉각제 순환라인(37) 내부의 냉각제(coolant)를 펌핑(pumping)함으로써 냉각제를 순환시킨다.
- <85> 즉, 냉각제 펌프(39)는 라디에이터(35)를 통과한 냉각제가 연료전지 스택(13)으로 이동시키고, 연료전지 스택(13)을 통과한 냉각제가 라디에이터(35)로 이동시킨다.
- <86> 따라서, 연료전지 스택(13) 내부의 열은 그 내부를 통과하는 냉각제에 흡수되고, 냉각제에 흡수된 열은 라디에이터(35)에서 외부로 방출됨으로써, 연료전지 스택(13)의 온도가 지나치게 상승하는 것을 방지한다.
- <87> 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 연료전지 시스템(11)에서 냉각제는 부동액(anti freeze solution)인 것이 바람직하다.
- <88> 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 연료전지 시스템(11)은, 냉각제를 이용하여 연료전지 스택(13)으로 공급되는 수소와 산소를 가습하는 것이 아니라, 연료전지 스택(13)으로부터 배출되는 잔류 수소와 잔류 공기에 함유된 수분을 이용하여 연료전지 스택(13)으로 공급되는 수

소와 공기를 가습하므로, 냉각제로 순수한 물(De-Ionized Water, 소위 "DI water")을 사용할 필요가 없는 것이다.

- <89> 냉각제로 부동액을 사용함으로써, 본 발명의 실시예에 의한 연료전지 시스템(11)의 연료전지 냉각유닛(19)은 종래의 연료전지 시스템 보다 더 낮은 온도(0℃ 이하의 온도)에서도 작동할 수 있다.
- <90> 예를 들어, 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 연료전지 시스템(11)에 사용되는 냉각제는, 에틸렌 글리콜(ethylene glycol)과 순수한 물의 혼합물(예를 들어, 에틸렌 글리콜 50%와 순수한 물 50%의 혼합물)을 사용할 수 있다.
- <91> 냉각제의 일부는 연료전지 스택(13)을 우회하는 냉각제 우회라인(41)을 지나게 되며, 냉각제 우회라인(41)에는 냉각제 필터(43, coolant filter)가 설치된다.
- <92> 냉각제 중 일부(예를 들어, 10%)는 냉각제 필터(43)를 통과하도록 함으로써, 냉각제에 함유된 불순물을 제거한다.
- <93> 냉각제를 구성하는 에틸렌 글리콜은 냉각제가 지나가는 구성부품의 부식 등에 의한 오염을 유발할 수 있고, 그 결과 오염물질이 냉각제에 함유됨으로써 연료전지 스택(13) 내의 반응을 방해할 수 있다. 냉각제 필터(43)를 사용하여 이러한 오염물질을 제거함으로써, 연료전지 스택(13)이 보다 안정적으로 작동할 수 있다.
- <94> 연료가스 가습기(21)와 산화제가스 가습기(23)는 연료전지 스택(13)으로 공급되는 수소와 산소를 각각 가습한다.
- <95> 도1 및 도2에 도시된 바와 같이, 연료가스 공급라인(27)을 통해서 연료전지 스택(13)으로 공급되는 수소, 잔류 연료가스 배출라인(31)을 통해서 연료전지 스택(13)으로부터 배출되는

잔류 수소, 및 연료전지 스택(13)으로부터 배출되는 냉각제는 연료가스 가습기(21)를 통과한다.

<96> 연료가스 가습기(21)는, 서로 마주하게 배치되는 한 쌍의 분리판(45, 47; separating plate)과 적어도 하나의 가습막(49, 51; humidifying membrane)을 포함한다.

<97> 분리판(45, 47)은 고분자 화합물로 할 수 있으며, 예를 들어 폴리 카보네이트(polycarbonate)나 아크릴(acryl)을 함침한 그래파이트(graphite) 등으로 할 수 있다.

<98> 가습막(49, 51)은 일종의 이온교환막으로, 수분을 함유 및 증발이 가능한 임의의 막(즉, 수분을 전달할 수 있는 임의의 막)으로 할 수 있다.

<99> 도2에 도시된 바와 같이, 가습막(49, 51)은 분리판(45, 47)의 외측에 각각 배치되는 것이 바람직하다.

<100> 연료가스 가습기(21)는, 서로 마주하는 분리판(45, 47) 사이로는 연료전지 스택(13)으로부터 배출된 냉각제가 흐르고, 가습막(49, 51)의 일측에는 연료전지 스택(13)으로부터 배출된 잔류 수소가스가 흐르고 타측에는 연료전지 스택(13)으로 공급되는 수소가 흐르도록 구성된다.

<101> 냉각제는 분리판(45, 47) 사이를 흐름으로써, 냉각제의 흐름은 연료전지 스택(13)으로부터 배출되는 수소의 흐름과 연료전지 스택(13)으로 공급되는 수소의 흐름과는 분리된다.

<102> 가습막(49, 51)의 양측에 연료전지 스택(13)으로부터 배출되는 잔류 수소의 흐름과 연료전지 스택(13)으로 공급되는 수소의 흐름이 있으므로, 연료전지 스택(13)으로부터 배출되는 수소에 함유된 수분이 가습막(49, 51)을 통해서 연료전지 스택(13)으로 공급되는 수소로 전달된다. 따라서, 연료전지 스택(13)으로 공급되는 수소가 가습된다.

- <103> 아울러, 연료전지 스택(13)으로부터 배출된 냉각제와 잔류 수소에 함유된 열이 연료전지 스택(13)으로 공급되는 수소로 전달된다.
- <104> 연료가스 가습기(21)의 분리판과 가습막의 면적과 적층수를 조절하여 연료전지 스택(13)으로 공급되는 연료가스가 적절히 가습되도록 할 수 있다.
- <105> 연료가스 가습기(21)는 연료전지 스택(13)으로 공급되는 연료가스의 상대습도가 75±10 %RH 정도로 가습시키는 것이 바람직하다.
- <106> 한편, 도3에 도시된 바와 같이, 산화제가스 가습기(23)는 연료가스 가습기(21)와 유사한 구조를 갖는다.
- <107> 즉, 산화제가스 가습기(23)는 서로 마주하는 한 쌍의 분리판(53, 55)과 그 외측에 배치되는 가습막(57, 59)을 포함한다.
- <108> 산화제가스 가습기(23)는, 연료전지 스택(13)으로부터 배출된 냉각제는 한 쌍의 분리판(53, 55) 사이를 흐르고, 가습막(57, 59)의 일측에는 연료전지 스택(13)으로부터 배출되는 잔류 산소가 흐르며 그 타측에는 연료전지 스택(13)으로 공급되는 산소가 흐르도록 구성된다.
- <109> 분리판(53, 55)과 가습막(57, 59)은 연료가스 가습기의 분리판(45, 47) 및 가습막(49, 51)과 동일한 재료로 만들 수 있다.
- <110> 따라서, 연료전지 스택(13)으로부터 배출된 산소에 함유된 수분이 가습막(57, 59)을 통하여 연료전지 스택(13)으로 공급되는 산소로 전달됨으로써, 연료전지 스택(13)으로 공급되는 산소가 가습된다.
- <111> 아울러, 연료전지 스택(13)으로부터 배출된 냉각제와 잔류 산소에 함유된 열이 연료전지 스택(13)으로 공급되는 산소로 전달된다.

- <112> 연료가스 가습기(21)와 마찬가지로, 산화제가스 가습기(23)의 분리판과 가습막의 면적과 적층수를 조절하여 연료전지 스택(13)으로 공급되는 연료가스가 적절히 가습되도록 할 수 있다.
- <113> 산화제가스 가습기(21)는 연료전지 스택(13)으로 공급되는 산화제가스의 상대습도가 35 ± 10 %RH 정도로 가습시키는 것이 바람직하다.
- <114> 본 발명의 실시예에 의한 연료전지 시스템(11)은, 연료전지 스택(13)으로부터 배출된 잔류 수소의 일부를 재사용하기 위한 연료가스 재활용 장치(61)를 포함한다.
- <115> 연료가스 재활용 장치(61, fuel gas recirculator)는, 연료가스 배출라인 (31)과 연료가스 공급라인(27)을 연결하는 연료가스 재활용 라인(63)에 설치된다.
- <116> 연료가스 재활용 장치(61)는 연료가스 배출라인(31)을 흐르는 잔류 수소의 일부를 연료가스 공급라인(27)으로 이동시킴으로써, 배출되는 연료가스 중 일부가 재활용될 수 있도록 한다.
- <117> 예를 들어, 연료가스 재활용 장치(61)는, 수소를 이동시킬 수 있는 컴프레서 (compressor)로 할 수 있다.
- <118> 한편, 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 의한 연료전지 시스템(11)은, 연료전지 스택 (13)으로 공급되는 수소와 산소를 가습하기 위한 보조가습장치(65)를 더 포함한다.
- <119> 보조가습장치(65, auxiliary humidifier)는, 연료가스 가습기(27)와 산화제가스 가습기 (29)를 통과한 잔류 수소와 잔류 산소로부터 2차적으로 수분을 수집하고, 수집된 수분(물)을 이용하여 연료전지 스택(13)으로 공급되는 수소와 산소를 가습한다.

- <120> 보조가습장치(65)는 연료가스 가습기(21)를 통과한 잔류 수소와 산화제가스 가습기(23)를 통과한 잔류 산소를 냉각시켜 잔류 수소와 잔류 산소에 함유된 수분을 응축시키는 배출가스 응축유닛(67)을 포함한다.
- <121> 배출가스 응축유닛(67)은 연료가스 가습기(21)를 통과한 잔류 수소를 응축시키는 제1응축기(69)와 산화제가스 가습기(23)를 통과한 잔류 산소를 응축시키는 제2응축기(71)를 포함한다.
- <122> 제1응축기(69)와 제2응축기(71)는 냉각제 순환라인(73)에 의해 라디에이터 (75)에 연결된다.
- <123> 또한, 냉각제 순환라인(73)에는 냉각제 펌프(77)가 설치되며, 냉각제 펌프(77)는 냉각제가 냉각제 순환라인(73)을 따라 제1응축기(69), 제2응축기(71) 및 라디에이터(75)를 순환하도록 냉각제를 펌핑한다.
- <124> 라디에이터(75)에 의해 냉각된 냉각제가 제1응축기(69)와 제2응축기(71)를 통과하게 되면, 제1응축기(69)와 제2응축기(71)는 잔류 수소와 잔류 산소에 함유된 수분을 응축시키게 된다. 그 결과, 잔류 배출가스로부터 물이 수집된다.
- <125> 이때, 배출가스 응축유닛(67)을 순환하는 냉각제를 이용하여 차량의 모터(89)와 모터 제어 유닛(motor control unit, MCU; 91)을 냉각할 수 있다.
- <126> 제1응축기(69)와 제2응축기(71)에 의해 수집된 물은 물저장유닛(79)에 저장된다.
- <127> 한편, 보조가습장치(65)는, 연료가스 공급라인(27)을 흐르는 수소와 산화제가스 공급라인(29)을 흐르는 산소(공기)로 미세한 물방울을 분사할 수 있도록, 연료가스 공급라인(27)과 산화제가스 공급라인(29)에 각각 설치되는 제1물분사기(81)와 제2물분사기(83)를 포함한다.

- <128> 제1물분사기(81)와 제2물분사기(83)는 초음파 미세분사 노즐(ultrasonic microspray nozzle)로 할 수 있다. 초음파 미세분사 노즐은 초음파를 이용하여 액체를 미세한 크기로 분사할 수 있는 장치이다. 초음파 미세분사 노즐은 본 발명이 속하는 분야의 당업자에게 자명하므로, 이에 대한 더욱 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- <129> 제1물분사기(81)와 제2물분사기(83)는 물저장유닛(79)에 저장된 물을 공급받으며, 공급받은 물을 연료가스 공급라인(27) 및 산화제가스 공급라인(29)의 내부로 분사한다.
- <130> 제1물분사기(81)와 제2물분사기(83)의 작동은 제어유닛(25)의 제어신호에 의해 제어되는 것이 바람직하다.
- <131> 제1물분사기(81)와 제2물분사기(83)는, 연료전지 시스템(11)의 작동후 설정된 시간(예를 들어, 10초)동안 작동하도록 제어되는 것이 바람직하다.
- <132> 보조가습장치(65)를 구비하는 이유는, 연료전지 시스템(11)의 작동 초기에는 연료전지 스택(13)으로 배출되는 잔류 가스에는 충분한 수분이 포함되어 있지 아니하므로 이를 이용하여 연료전지 스택(13)으로 공급되는 연료가스와 산화제가스를 가습하기 곤란하기 때문이다.
- <133> 보조가습장치(65)를 이용하여 연료전지 시스템(11)의 작동 초기에도 안정적으로 연료가스와 산화제가스를 가습할 수 있다.
- <134> 이때, 상기한 바와 같이, 연료가스(수소)는 상대습도가 75 ± 0 %RH 정도가 되게 하고, 산화제가스(공기)는 상대습도가 35 ± 0 %RH 정도가 되도록 가습하는 것이 바람직하다.
- <135> 그리고, 물저장유닛(79)은 약 10초 동안 연료가스와 산화제가스를 상기 상대습도로 가습할 수 있을 정도의 물을 저장할 수 있는 크기를 가지는 것이 바람직하다.

- <136> 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 연료전지 시스템(11)의 보조가습장치(65)는 물저장유닛(79)에 설치되는 히터(85)를 더 포함한다.
- <137> 히터(85)는 외부 전원(예를 들어, 배터리)으로부터 전원을 공급받아 열을 방출하는 임의의 장치로 할 수 있다.
- <138> 제어유닛(25)은 히터(85)로 전원이 공급되거나 차단되도록 함으로써, 히터(85)의 작동을 제어한다.
- <139> 물저장유닛(79)에 저장된 물이 결빙된 경우, 히터(85)를 작동시켜 결빙된 물을 녹일 수 있다.
- <140> 외기 온도가 설정된 온도(예를 들어, 4℃) 보다 낮은 경우, 제어유닛(25)은 히터(85)가 작동되도록 하는 것이 바람직하다. 외기 온도는 임의의 온도센서(도시하지 않음)에 의해 검출할 수 있다.
- <141> 그리고, 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 연료전지 시스템(11)은, 연료전지 냉각유닛(19)과 배기가스 응축유닛(67)으로 공급되는 냉각제가 저장되는 냉각제 저장유닛(87)을 포함한다.
- <142> 이상에서, 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 아니하며, 본 발명의 실시예로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 용이하게 변경되어 균등하다고 인정되는 범위의 모든 변경 및/또는 수정을 포함한다.

【발명의 효과】

- <143> 상기와 같은 본 발명의 실시예에 의한 연료전지 시스템은, 연료전지 스택의 냉각제가 아니라 연료전지 스택으로부터 배출되는 잔여 수소와 잔여 산소에 함유된 수분을 이용하여 연료

전지 스택으로 공급되는 수소와 산소를 가습하므로, 냉각제로 부동액을 사용할 수 있다. 따라서, 연료전지 시스템이 영하의 온도에서도 작동할 수 있게 된다.

<144> 또한, 본 발명의 실시예에 의한 연료전지 시스템은 보조가습장치를 구비함으로써, 연료전지 시스템의 작동 초기에도 안정적으로 수소와 산소를 가습할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

연료전지 스택;

상기 연료전지 스택으로 연료가스를 공급하는 연료가스 공급유닛;

상기 연료전지 스택으로 산화제가스를 공급하는 산화제가스 공급유닛;

냉각제를 순환시켜 상기 연료전지 스택을 냉각시킬 수 있도록 구성되는 연료전지 냉각 유닛;

상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 수분을 함유한 잔여 연료가스와 상기 연료전지 스택을 통과한 냉각제를 이용하여 상기 연료가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스를 가습하도록 구성되는 연료가스 가습기;

상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 수분을 함유한 잔여 산화제가스와 상기 연료전지 스택을 통과한 냉각제를 이용하여 상기 산화제가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스를 가습하도록 구성되는 산화제가스 가습기; 및

상기 연료가스 공급유닛, 상기 산화제가스 공급유닛, 및 상기 연료전지 냉각유닛의 작동을 제어하는 제어유닛을 포함하는 연료전지 시스템.

【청구항 2】

제1항에서,

상기 연료가스 가습기는,

그 사이에 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 냉각제가 흐르도록 서로 마주하게 배치되는 한 쌍의 분리판; 및

그 일측에 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 잔여 연료가스가 흐르고 그 타측에 상기 연료가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스가 흐르도록 상기 분리판의 외측에 배치되는 가습막을 포함하되,

상기 한 쌍의 분리판 사이를 흐르는 냉각제의 열과 상기 잔여 연료가스의 열이 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스로 전달되며,

상기 잔여 연료가스에 함유된 수분이 상기 가습막을 통해 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스로 공급되는 연료전지 시스템.

【청구항 3】

제1항에서,

상기 산화제가스 가습기는,

그 사이에 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 냉각제가 흐르도록 서로 마주하게 배치되는 한 쌍의 분리판; 및

그 일측에 상기 연료전지 스택으로부터 배출되는 잔여 산화제가스가 흐르고 그 타측에 상기 산화제가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스가 흐르도록 상기 분리판의 외측에 배치되는 가습막을 포함하되,

상기 한 쌍의 분리판 사이를 흐르는 냉각제의 열과 상기 잔여 산화제가스의 열이 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스로 전달되며,

상기 잔여 산화제가스에 함유된 수분이 상기 가습막을 통해 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스로 공급되는 연료전지 시스템.

【청구항 4】

제1항에서,

상기 연료전지 냉각유닛은,

상기 연료전지 스택을 통과한 냉각제가 함유한 열을 외부로 발산시키도록 구성되는 라디에이터;

냉각제가 상기 연료전지 스택과 상기 라디에이터를 순환하도록 상기 연료전지 스택과 상기 라디에이터를 연결하는 냉각제 순환통로; 및

상기 냉각제 순환통로에 설치되며, 상기 라디에이터에서 냉각된 냉각제가 상기 연료전지 스택으로 공급되고 상기 연료전지 스택으로부터 열을 흡수한 냉각제가 상기 라디에이터로 공급되도록 냉각제를 펌핑하는 냉각제 펌프를 포함하는 연료전지 시스템.

【청구항 5】

제4항에서,

상기 연료전지 냉각유닛은,

상기 연료전지 스택을 우회하는 냉각제 우회통로와,

상기 냉각제 우회통로에 설치되며, 냉각제를 여과하는 냉각제 필터를 더 포함하는 연료전지 시스템.

【청구항 6】

제1항에서,

상기 냉각제는, 부동액인 것을 특징으로 하는 연료전지 시스템.

【청구항 7】

제1항에서,

상기 제어유닛에 의해 그 작동이 제어되며, 상기 연료가스 가습기를 통과한 잔여 연료가스와 상기 산화제가스 가습기를 통과한 잔여 산화제가스에 함유된 물을 수집하고, 수집된 물을 이용하여 상기 연료가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스와 상기 산화제가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스를 각각 가습하는 보조 가습장치를 더 포함하는 연료전지 시스템.

【청구항 8】

제7항에서,

상기 보조 가습장치는,

상기 연료가스 가습기를 통과한 잔여 연료가스와 상기 산화제가스 가습기를 통과한 잔여 산화제가스를 응축시키는 응축기를 포함하는 잔여 배출가스 응축유닛;

상기 잔여 연료가스와 상기 잔여 산화제가스의 응축과정에서 발생하는 물을 공급받아 이를 저장하는 물저장유닛;

상기 물저장유닛에 저장된 물을 상기 연료가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 연료가스로 분사하는 제1분사기; 및

상기 물저장유닛에 저장된 물을 상기 산화제가스 공급유닛으로부터 상기 연료전지 스택으로 공급되는 산화제가스로 분사하는 제2분사기를 포함하는 연료전지 시스템.

【청구항 9】

제8항에서,

상기 보조 가습장치는,

상기 물저장유닛에 저장되어 있는 물로 열을 공급하는 전기히터를 더 포함하는 연료전지 시스템.

【청구항 10】

제9항에서,

상기 전기히터는, 외기 온도가 설정된 온도보다 낮은 경우 설정된 시간동안 작동하도록 제어되는 연료전지 시스템.

【청구항 11】

제8항에서,

상기 제1분사기와 상기 제2분사기는 초음파 분사 노즐인 연료전지 시스템.

【청구항 12】

제8항에서,

상기 제1분사기와 상기 제2분사기는 연료전지 스택 작동후 설정된 시간동안 작동하도록 제어되는 연료전지 시스템.

【청구항 13】

제8항에서,

상기 잔여 배출가스 응축유닛은,

상기 연료가스 가습기를 통과한 잔여 연료가스를 응축시키는 제1응축기;

상기 산화제가스 가습기를 통과한 잔여 산화제가스를 응축시키는 제2응축기;

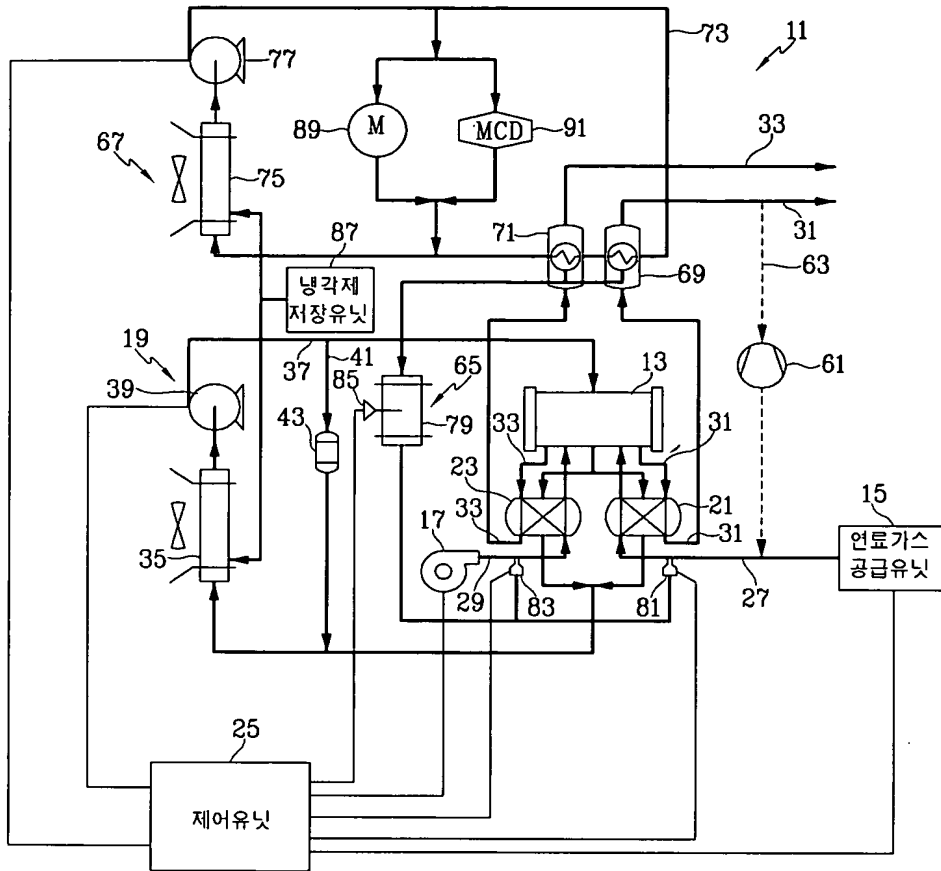
상기 제1응축기와 상기 제2응축기를 통과한 냉각제를 냉각시키는 라디에이터;

냉각제가 상기 제1응축기, 상기 제2응축기, 및 상기 라디에이터를 순환할 수 있도록 상기 제1응축기, 상기 제2응축기, 및 상기 라디에이터를 연결하는 냉각제 순환통로; 및

상기 냉각제 순환통로에 설치되며, 상기 라디에이터를 통과한 냉각제가 상기 제1응축기와 상기 제2응축기로 공급되고 상기 제1응축기와 상기 제2응축기를 통과한 냉각제는 상기 라디에이터로 공급되도록 냉각제를 펌핑하는 냉각제 펌프를 포함하는 연료전지 시스템.

【도면】

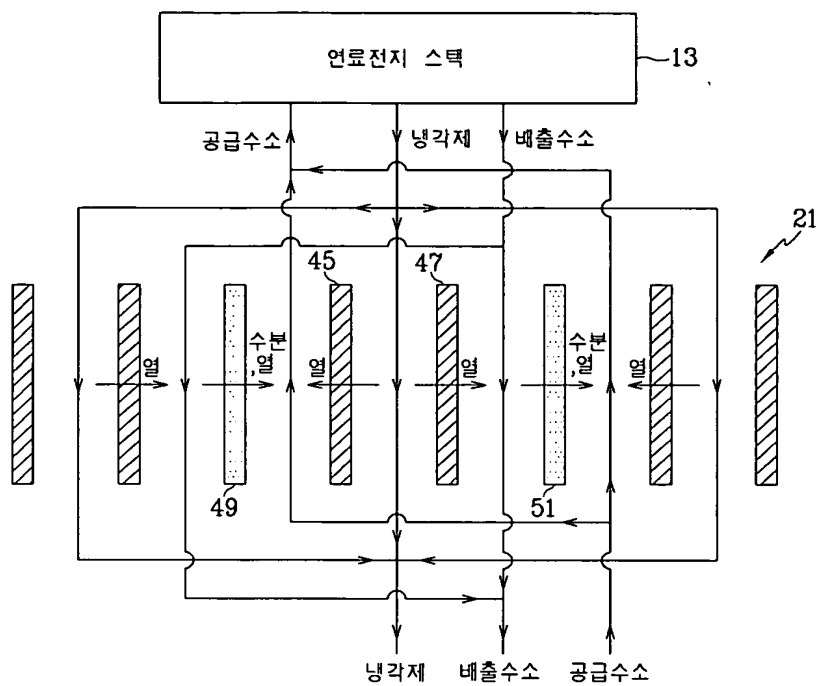
【도 1】



BEST AVAILABLE COPY

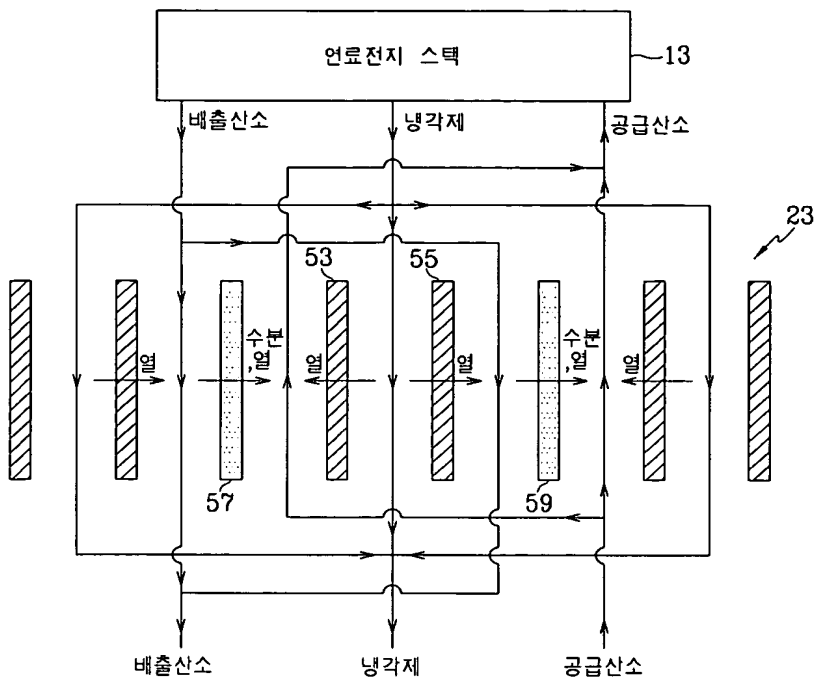


【도 2】



BEST AVAILABLE COPY

【도 3】



BEST AVAILABLE COPY